

(19) Japanese Patent Office (JP)

(11) Patent Application Disclosure

(12) LAID-OPEN PATENT GAZETTE (A) S63-218819

(51) Int.Cl.⁴

Class and code

Int.Ref.No.

(43) Laid Open: 12.09.1988

G 01 D 5/245

G-8104-2F

Examination: Not requested No. of Claims: 1 (Original 4 pages)

(54) Title of Invention: Resolver-type rotation angle detector

(21) Application No.: 62-52793

(22) Date of Application: 6 March 1987

(72) Inventor: Y. Takakado
at Tomobashi Factory, Shinko Electric Co. Ltd
150 Azamoto-yashiki, Sangen-cho, Tomobashi-shi, Aichi-ken

(72) Inventor: H. Kawamura
at Tomobashi Factory, Shinko Electric Co. Ltd
150 Azamoto-yashiki, Sangen-cho, Tomobashi-shi, Aichi-ken

(72) Inventor: Y. Murata
at Ise Factory, Shinko Electric Co. Ltd
100 Takegabana-cho, Ise-shi, Mie-ken

(71) Applicant Shinko Electric Co. Ltd
3-12-2 Nihonbashi, Chuo-ku, Tokyo

(74) Agent Patent Attorney H. Sato

Specification

1. Title of Invention

Resolver-type rotation angle detector

2. Claims

In a resolver-type rotation angle detector device which detects the rotation angle using a resolver, a resolver-type rotation angle detector characterized in being provided with a two-phase excitation circuit which generates a two-phase alternating current with a mutual 90° phase difference for exciting said resolver, and a signal detection line which detects voltage induced in the resolver rotor, said two-phase excitation circuit, in addition to forming a circuit which outputs a two-phase alternating current comprising a pulse-width modulated waveform having a carrier frequency component sufficiently high compared to the fundamental wave, having interposed within it a low pass filter which at least removes from said signal detection line frequency components higher than said carrier frequency component.

3. Detailed Description .

(Field of Industrial Use)

The invention relates to a resolver-type rotation angle detector device in which the angle of rotation is detected using a resolver.

(Prior Art)

Resolvers, as devices which simultaneously detect angle of rotation and angular speed, have in recent years offered the advantage of being both cheaper and more reliable than conventional rotary encoders (pulse pickups), especially with their increasing employment in servo motors.

The principle of said resolvers will be described briefly. A resolver consists essentially of a stator and a rotor, and when a two-phase alternating current with mutual 90° phase difference is made to flow in the two-phase windings of the stator, a phase-modulated voltage of $\sin(\theta + \theta_r)$ is induced in the rotor windings.

Now, if the phase signal θ_r is extracted from this voltage signal $\sin(\theta + \theta_r)$, it is possible to detect the rotation angle θ of the rotor, and by differentiating this against time, to detect the rotation speed of the rotor $d\theta_r / dt$.

Fig. 2 shows an example of the structure of the two-phase excitation circuit of a resolver. In this Fig. 2, 1 is a circuit which digitally outputs the two-phase signals $\sin\theta$ and $\cos\theta$, with 2 and 3 being D/A converters which convert the digital signals to analog signals, 4 and 5 being amplifiers which amplify the output of D/A converters 2, 3, 6 being a two-phase excitation-type resolver, 7 the resolver rotor (including a rotating transistor), and 8 the rotation angle/rotation speed detection circuit.

As shown in this Fig. 2, a two-phase alternating current with a 90° phase difference is supplied to the two-phase windings of the stator in resolver 6 from D/A converters 2, 3 via amplifiers 4, 5, as a result of which a phase-modulated voltage $\sin(\theta + \theta_r)$ is induced in the windings of rotor 7 of the resolver, it being arranged that rotation angle/rotation speed detector circuit 8 can detect rotation angle θ_r and rotation speed $d\theta_r / dt$ from this voltage.

Fig. 3 shows an example of a two-phase excitation circuit comprising a switch circuit of transistors or the like, in this Fig. 3, 9 being a circuit which generates and outputs a transistor switching pattern, 10, 11 being switching circuits which respectively supply excitation alternating currents with a 90° phase difference to the two phase windings of the stator of resolver 6 upon receipt of a switching pattern corresponding to $\sin\theta$, $\cos\theta$ from switching pattern generation circuit 9 comprising such elements as single-phase bridge-connected transistors. In Fig. 3, parts identical to Fig. 2 are keyed with the same numerals. A 120° rectangular wave pattern is commonly used for said switching pattern.

In the device shown in this Fig. 3, a two-phase alternating current with a phase difference of 90° is supplied to the two-phase windings of the stator in resolver 6 from switch circuits 10, 11, and by this means a phase-modulated voltage of $\sin(\theta + \theta_r)$ is induced in the windings of resolver rotor 7, it being arranged that rotation angle/rotation speed detector circuit 8 can detect rotation angle θ_r and rotation speed $d\theta_r / dt$ from this voltage.

(Difficulties to Be Resolved by the Invention)

However, an expensive D/A converter is necessary with the conventional resolver-type rotation angle detection device, for example the device shown in Fig. 2, and given the additional need for adjustments to achieve a two-phase output with a precise 90° phase difference due to the differences in the offset and gain of the OP amplifiers at the output end of each D/A converter, waveform distortion is generated in the output of the OP amplifier corresponding to the resolver rotation speed caused by variations in the primary reactance due to changes in position of the resolver rotor, breaking the circularity of the rotational magnetic vector of the resolver stator, and

magnifying the margin of error for detecting the resolver rotor position.

Moreover, in the case of the device shown in Fig. 3 a harmonic component of $6n \pm 1$ is present with the 120° rectangular waveform used under normal circumstances, so the circularity of the rotational magnetic vector of the stator deteriorates, increasing the margin of error for detecting the angle.

The invention is thus a device intended to resolve these difficulties, and has the purpose of providing a resolver-type rotation angle detection device from which a precise two-phase alternating current can be obtained using an inexpensive and simple means.

(Means of Resolving the Difficulties)

For this reason, with the resolver-type rotation angle detector device of the invention, the two-phase excitation circuit is characterized, in addition to forming a circuit which outputs a two-phase alternating current comprising a pulse-width modulated waveform having a sufficiently high carrier frequency component compared to the fundamental wave, in having a low pass filter interposed which at least removes from said signal detection line frequency components higher than said carrier frequency component.

(Action)

With said resolver-type rotation angle detection device of the invention, the two-phase alternating current comprising the pulse-width modulated waveform having a sufficiently high carrier frequency component compared to the fundamental waveform is supplied to the stator of the resolver, and by this means an induced voltage with the rotor rotation angle data is output to the induced voltage signal detection line of the resolver rotor, but as this voltage signal contains a carrier frequency component (harmonic components) this is removed by a low pass filter. As a result, the phase-modulated fundamental wave component passes through the filter and is detected.

(Embodiment of the Invention)

An embodiment of the invention shown in the diagram will now be explained in detail. Fig. 1 is a block diagram showing an embodiment of a resolver-type rotation angle detection device, and in this Fig. 1, 12 is an oscillator which outputs a high-speed clock signal of 24 MHz for example, 13 being a counter which counts the clock signal output from oscillator 12, 14 being

a decoder which has pre-recorded within it the switching pattern corresponding to the digital signal from counter 13 in the form of a two-phase pulse-width modulated (PWM) sine wave signal, 15, 16 being respectively switch circuits which operate at high-speeds in response to the PWM signals corresponding to $\sin \theta$, $\cos \theta$, these switch circuits 15, 16 comprising respectively single-phase bridge-connected transistors and diodes connected in reverse parallel to these transistors, and arranged so that they output a two-phase alternating current with a 90° phase difference comprising a PWM waveform having a carrier frequency component sufficiently higher (by a factor of 10) than the fundamental wave. In other words, oscillator 12, counter 13, decoder 14 and switch circuits 15, 16 comprise the two-phase excitation circuit which generates a two-phase alternating current having a mutual 90° phase difference for exciting resolver 6.

Furthermore, in Fig. 1, 17 is the induction voltage signal detection line which detects the voltage induced in resolver rotor 7, a low pass filter 18 which removes the carrier frequency component (harmonic components) caused by the PWM being interposed in this induction voltage signal detection line 17.

Moreover, 19 is a waveform rectification circuit which rectifies the $\sin(\theta + \theta_r)$ phase modulated fundamental wave component (sine wave) from low pass filter 18 to a rectangular waveform, 20 being the latch circuit which acts as a rotation angle detector detecting rotation angle data θ_r by latching the digital values output from counter 13 at every 360° edge of the output signal from waveform rectification circuit 19.

By means of the above structure, a high-speed clock signal of 24 MHz is output from oscillator 12, decoder 14 operating by means of the signal output from counter 13 that receives this, outputting a PWM signal. This PWM signal has its carrier frequency set at a high-speed of 10 kHz or more, which is sufficiently greater than the fundamental wave, and so a precise two-phase alternate current is obtained from switch circuits 15, 16. By this means there is no need for an expensive D/A converter, and in addition the need for offset and gain adjustment is eliminated, the internal impedance of the excitation circuit is low, and as is possible to ensure that distortion in the fundamental wave due to load variations is low, a very circular stator rotational magnetic field can be obtained.

However, due to this type of PWM excitation, harmonics are present in the carrier frequency component in the induced voltage signal detection line 17 of the resolver rotor. This harmonic component can however be removed simply by low pass filter 18. This is due to the fact that the frequency component is greater than the fundamental wave by a factor of ten, and can be easily removed. As a result, it is possible to obtain a secondary voltage return waveform with a

satisfactory sine shape and low distortion, and by this means the phase difference θ_r with the induced voltage can be accurately and digitally assessed, so the precision of rotation angle detection is greatly improved.

(Effect of the Invention)

As has been described above, according to the resolver-type rotation angle detection device of the invention, as the two-phase excitation current of the resolver is a high-speed carrier pulse-width modulated waveform that is higher than the fundamental waveform by at least a factor of ten, the harmonic component of the spectrum in the vicinity of the carrier frequency can be removed by passing it through a low pass filter in the secondary induced voltage signal detection line, it thus being possible to supply a precise two-phase alternating current by an inexpensive and simple means, with the advantage that by this means accurate angular rotation can be detected.

4. Brief Description of the Drawings

Fig. 1 shows a block diagram of the resolver-type rotation angle detection device in an embodiment of the invention. Figs. 2 and 3 are both block diagrams showing a conventional resolver-type rotation detection device.

In the diagrams, 6 is a resolver, 7 the resolver rotor, 12 an oscillator, 13 a counter, 14 a decoder, 15, 16 switch circuits, 17 an induced voltage signal detection line, 18 a low pass filter, 19 a waveform rectification circuit, and 20 a latch circuit.

In the diagrams, the same numbers indicate identical or similar parts.

Fig. 1:

- 6 --- resolver
- 7 --- resolver rotor
- 12 --- oscillator
- 13 --- counter
- 14 --- decoder
- 15, 16 --- switch circuits
- 17 --- induced voltage signal detection line
- 18 --- low pass filter

19 --- waveform rectification circuit

20 --- latch circuit

⑪ 公開特許公報 (A)

昭63-218819

⑫ Int.CI.⁴
G 01 D 5/245識別記号
101
府内整理番号
G-8104-2F

⑬ 公開 昭和63年(1988)9月12日

審査請求 未請求 発明の数 1 (全4頁)

⑭ 発明の名称 レゾルバ式回転角検出装置

⑮ 特願 昭62-52793

⑯ 出願 昭62(1987)3月6日

⑰ 発明者 高門 祐三 愛知県豊橋市三弥町字元屋敷150 神鋼電機株式会社豊橋工場内

⑰ 発明者 河村 博年 愛知県豊橋市三弥町字元屋敷150 神鋼電機株式会社豊橋工場内

⑰ 発明者 村田 裕彦 三重県伊勢市竹ヶ鼻町100番地 神鋼電機株式会社伊勢工場内

⑰ 出願人 神鋼電機株式会社 東京都中央区日本橋3丁目12番2号

⑰ 代理人 弁理士 斎藤 春弥

明細書

1. 発明の名称

レゾルバ式回転角検出装置

2. 特許請求の範囲

レゾルバにより回転角を検出するレゾルバ式回転角検出装置において、上記レゾルバを励振するため相互に 90° の位相差を有する2相交流を生成する2相励振回路と、レゾルバロータの誘起電圧を検出する信号検出ラインとをそなえ、上記2相励振回路が、基本波に比べ十分高いキヤリヤ周波数成分を有するパルス幅変調波形から成る2相交流を出力する回路として構成されるとともに、上記信号検出ラインに少なくとも上記キヤリヤ周波数成分以上の周波数成分を除去しうるローパスフィルタが介装されたことを特徴とする。レゾルバ式回転角検出装置。

3. 発明の詳細な説明

【産業上の利用分野】

本発明は、レゾルバによって回転角を検出するレゾルバ式回転角検出装置に関する。

【従来の技術】

近年、レゾルバは回転角および回転速度を同時に検出する装置として、特にサーボモータ用として広く用いられつつあり、従来のロータリエンコーダ（パルスピックアップ）等に比べ安価にして堅牢であるという利点を有する。

かかるレゾルバの原理を簡単に説明する。すなわちレゾルバはステータとロータとを有しており、このステータの2相巻線にそれぞれ 90° 位相差の2相交流電流を流すと、ロータ巻線には位相変調された $\sin(\theta + \theta_r)$ なる誘起電圧が発生する。ここで、 θ_r はロータ回転角である。

そして、この電圧信号 $\sin(\theta + \theta_r)$ より位相信号 θ_r を抽出すれば、ロータ回転角 θ_r を検出することができ、更にこれを時間微分すれば、 $d\theta_r/dt$ となりロータ回転速度を検出することができる。

第2図にレゾルバの2相励振回路の構成例を示す。この第2図において、1はデジタルで $\sin \theta$ と $\cos \theta$ の2相信号を出力する回路、2、3はデジタル信号をアナログ信号に変換するD/A変換

器、4、5はD/A変換器2、3の出力を増幅する増幅器、6は2相振幅タイプのレゾルバ、7はレゾルバロータ(回転トランジスタを含む)、8は回転角/回転速度検出回路である。

この第2図に示すものでは、D/A変換器2、3から増幅器4、5を介してレゾルバ6におけるステータの2相巻線に90°位相差の2相交流電流が供給され、これによりレゾルバロータ7の巻線に位相変調された $\sin(\theta + \theta_r)$ なる誘起電圧が発生し、この電圧から回転角/回転速度検出回路8が回転角 θ_r と回転速度 $d\theta_r/dt$ とを検出するようになっている。

また、第3図は2相振幅回路をトランジスタ等から成るスイッチ回路で構成した例であるが、この第3図において、9はトランジスタのスイッチングパターンを生成し出力する回路、10、11はそれぞれ半導体トランジスタ等から成りスイッチングパターン生成回路9からの $\sin\theta, \cos\theta$ 相当のスイッチングパターンを受けてレゾルバ6のステータ2相巻線に90°位相

差の励振用交流電流を供給するスイッチング回路である。なお、第3図中、第2回と同じ符号はほぼ同様の部分を示す。また、上記スイッチングパターンとしては120°矩形波が用いられる場合が多い。

そして、この第3図に示すものでも、スイッチ回路10、11からのレゾルバ6におけるステータの2相巻線に90°位相差の2相交流電流が供給され、これによりレゾルバロータ7の巻線に位相変調された $\sin(\theta + \theta_r)$ なる誘起電圧が発生し、この電圧から回転角/回転速度検出回路8が回転角 θ_r と回転速度 $d\theta_r/dt$ とを検出するようになつてている。

【発明が解決しようとする問題点】

しかしながら、このような従来のレゾルバ式回転角検出装置では、例えば第2図に示すものの場合、高価なD/A変換器が必要であり、更には各D/A変換器出力側のO/Pアンプのオフセットやゲインの違いにより厳密に90°位相差を有する2相出力を得るために調整が必要であるほか、

レゾルバロータの位置変化による1次リニアタンスの変動によってレゾルバ回転速度に対応する波形歪がO/Pアンプ出力に生じ、これによりレゾルバステータの回転界磁ベクトルの真円度が崩れ、レゾルバロータの位置検出誤差が増大する。

また、第3図に示すものの場合は、通常用いられる120°矩形波では $6n \pm 1$ の高調波を含むので、ステータの回転界磁ベクトルの真円度が悪くなり、これにより角度検出誤差が大きくなる。

本発明はこのような問題点を解決するためになされたもので、安価で簡単な手段を用いて正確な2相交流が得られるようにした、レゾルバ式回転角検出装置を提供することを目的とする。

【問題点を解決するための手段】

このため、本発明のレゾルバ式回転角検出装置は、その2相振幅回路が、基本波に比べ十分高いキャリヤ周波数成分を有するパルス幅変調波形から成る2相交流がレゾルバのステータに供給され、これによりレゾルバロータの誘起電圧信号検出ラインにロータ回転角情報をもつた誘起電圧が取出されるが、この電圧信号はキャリヤ周波数成分(高調波成分)を含んでるので、これがローパスフィルタによって除去される。その結果位相変調された基本波成分がろ過されて検出される。

るローパスフィルタが介在されたことを特徴としている。

【作用】

上述の本発明のレゾルバ式回転角検出装置では、2相振幅回路から、基本波に比べ十分高いキャリヤ周波数成分を有するパルス幅変調波形から成る2相交流がレゾルバのステータに供給され、これによりレゾルバロータの誘起電圧信号検出ラインにロータ回転角情報をもつた誘起電圧が取出されるが、この電圧信号はキャリヤ周波数成分(高調波成分)を含んでるので、これがローパスフィルタによって除去される。その結果位相変調された基本波成分がろ過されて検出される。

【発明の実施例】

以下、図示する実施例につき本発明を具体的に説明する。第1図は本発明の一実施例としてのレゾルバ式回転角検出装置を示すブロック図であり、この第1図において、12は例えば24MHzの高速クロック信号を出力する発振器、13は発振器12からのクロック信号を計数するカウンタ、14

はカウンタ 1 3 からのデジタル信号に相応するスイッチパターンを 2 相のパルス幅変調 (PWM) 正弦波信号の形で予め記録されているデコーダ、 1 5, 1 6 はそれぞれ $\sin \theta$, $\cos \theta$ 相当の PWM 信号により高速で動作するスイッチ回路で、これらのスイッチ回路 1 5, 1 6 はそれぞれ單相ブリッジ接続されたトランジスタやこのトランジスタに逆並列接続されたダイオード等から成り、基本波に比て十分高い（数 10 倍）のキヤリヤ周波数成分を有する PWM 波形から成る 90° 位相差の 2 相交流電流を出力できるようになっている。すなわち、発振器 1 2, カウンタ 1 3, デコーダ 14, スイッチ回路 1 5, 1 6 はレゾルバ 6 を励振するため相互に 90° の位相差を有する 2 相交流電流を生成する 2 相励振回路を構成する。

また、第 1 図において、 1 7 はレゾルバロータ 7 に誘起された電圧を検出する誘起電圧信号検出ラインで、この誘起電圧信号検出ライン 1 7 には PWM によるキヤリヤ周波数成分（高調波成分）を除去するローパスフィルタ 1 8 が介装されてい

ータ回転磁界が得られるのである。

ところで、このように PWM 励振であるため、レゾルバロータの誘起電圧信号検出ライン 1 7 には、キヤリヤ周波数成分の高調波が有る。しかしこの高調波成分はローパスフィルタ 1 8 で簡単に除去される。これはこの高調波成分が基本波に対し数 10 倍も高い周波数であるから、その除去が容易なのである。その結果波形歪の小さい良好な正弦波の 2 次電圧帰還波形が得られ、これにより励振電圧との位相差 θ が精密にデジタル的に計測できるので、回転角検出精度が大いに向上するのである。

〔発明の効果〕

以上詳述したように、本発明のレゾルバ式回転角検出装置によれば、レゾルバの 2 相励振交流を、少なくともも基本波の数 10 倍の高速キヤリヤのパルス幅変調波形とし、2 次側の誘起電圧信号検出ラインにローパスフィルタを受け、キヤリヤ周波数近傍のスペクトルの高調波成分を除去できるようにしたので、安価で簡単な手段で、正確な 2 相

る。

また、 1 9 はローパスフィルタ 1 8 からの位相変調された基本波成分（正弦波） $\sin(\theta + \theta_r)$ を矩形波に整形する波形整形回路、 2 0 は波形整形回路 1 9 の出力信号の 360° 每のエッジでカウンタ 1 3 の出力デジタル値をラツチして回転角 θ_r 情報を検出する回転角検出器としてのラツチ回路である。

上述の構成により、発振器 1 2 から 24MHz という高速クロック信号が取出され、これを受けたカウンタ 1 3 からの信号によってデコーダ 1 4 が動作し PWM 信号を取出す。そしてこの PWM 信号はそのキヤリヤ周波数を基本波よりも十分に高い数 10kHz 以上の高速キヤリヤとしているので、スイッチ回路 1 5, 1 6 からは正確な 2 相交流が得られる。これにより D/A 変換器等の高価な部品が不要となり、更にはオフセット、ゲインの調整も不要となるほか、励振回路の内部インピーダンスも低く、負荷変動による基本波波形歪を小さくすることができる所以、真円度の高いステ

交流を供給することができ、これにより正確な回転角を検出できる利点がある。

4. 図面の簡単な説明

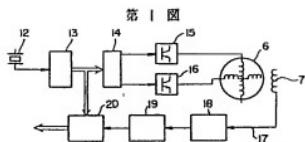
第 1 図は本発明の一実施例としてのレゾルバ式回転角検出装置を示すプロック図、第 2, 3 図はいずれも従来のレゾルバ式回転角検出装置を示すプロック図である。

図において、 6 — レゾルバ、 7 — レゾルバロータ、 1 2 — 発振器、 1 3 — カウンタ、 1 4 — デコーダ、 1 5, 1 6 — スイッチ回路、 1 7 — 誘起電圧信号検出ライン、 1 8 — ローパスフィルタ、 1 9 — 波形整形回路、 2 0 — ラツチ回路。

なお、図中、同一符号は同一、又は相当部分を示す。

特許出願人 神鋼電機株式会社

代理人・弁理士 斎藤泰弥



- | | |
|---------------|-----------------|
| 6——レギュレータ | 17——誘起電圧信号検出ライン |
| 7——レギュレータ | 18——ローパスフィルタ |
| 12——発振器 | 19——波形整飾回路 |
| 13——カウント | 20——リード回路 |
| 14——ゲート | |
| 15,16——スイッチ回路 | |

